

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master

en

Médecine vétérinaire

THEME

Contribution à l'étude du bilan rénal chez les chevaux dans un club équestre de Bordj EL-BAHRI

Présenté par :

Dr FETHA Aymen

Soutenu publiquement, le :

18 Septembre 2023. Devant le jury :

Dr BESSAS A

MCA (ENSV)

Présidente

Dr AOUANE Nedjma

MCB (ENSV)

Examinateuse

Dr GHAOUI Hichem

MCB (ENSV)

Promoteur

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Ecole Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master

en

Médecine vétérinaire

THEME

Contribution à l'étude du bilan rénal chez les chevaux dans un club équestre de Bordj EL-BAHRI

Présenté par :

Dr FETHA Aymen

Soutenu publiquement, le :

18 Septembre 2023. Devant le jury :

Dr BESSAS A

MCB (ENSV)

Présidente

Dr AOUANE Nedjma

MCB (ENSV)

Examinateuse

Dr GHAOUI Hichem

MCB (ENSV)

Promoteur

Remerciement...

Je remercie en premier lieu, dieu le clément et miséricordieux, qui par sa grâce, j'ai permis de réaliser ce modeste travail.

J'adresse mes remerciements à mon cher promoteur Dr GHAOUI Hichem, pour avoir dirigé mon travail, pour son aide, ses conseils, ses orientations ainsi que son soutien moral et ses encouragements.

Je tiens à remercier vivement : Dr. BESSAS A qui a accepté de présider notre jury ; Dr. Aouane Nedjma pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Mes profonds remerciements vont également à toutes les personnes qui m'ont aidée dans mon travail.

Dédicace...

*Je dédié ce modeste travail
A mes chers parents, aucune dédicace ne saurait
exprimer mon respect et mon amour éternel.*

*A mon cher frère Saber & ma soeur Chahinez que
j'aiment infiniment.*

*A mes grands parents et toute ma famille.
A Dr Guessoum Belkacem qui m'a ouvert à bars ouvert
son cabinet, ainsi Dr Mokhnache Messaouda, et toute
l'équipe de HBVET*

*Ainsi à tous mes amis plus particulièrement Amdjed, Riad,
Marouane, Chouaib, Rafik, Charaf, Lagrinda, Islem,
Yakoub, Hamma, Abdessalem...et tous ceux qui me sont
chers .*

Ainsi à tous mes amies ;Nouha, Ryhane, Feriel .

*Et enfin à toute personne m'ayant aidé à réaliser ce
travail.*

Aymen

Liste des figures

Figure1 : : Système urinaire chez le cheval (SANDERSON SL, 2022).....	04
Figure 2 : Système urinaire chez la jument (SANDERSON SL, 2022).....	05
Figure 3 : Conformation intérieure d'un rein de cheval (Source internet 01).....	06
Figure 4 : Structure microscopique d'un néphron (COLVILLE J,2002).....	08
Figure 5 : Aspect de l'urine normale du cheval (Van Biervliet J., 2002).....	17
Figure 6 : La localisation géographique du Club Equestre de Bordj El Bahri.....	29
Figure 7 : Prise de sang après ponction jugulaire. (Clichés personnels)	33
Figure 8 : Enregistrement des échantillons et leurs identifications par le code à barre.(Clichés personnels)	34
Figure 9 : Mise en place des échantillons dans la centrifugeuse.	35
Figure10 : Mise en place des échantillons dans l'analyseur Mindreay BS-240.....	38

Liste des tableaux

Tableau I : Fiche de renseignement des chevaux inclus dans l'étude.....	31
Tableau II : Résultats du bilan rénal effectué par Mindray BS-240.....	39

Table de matières

Introduction générale.....	01
Partie Bibliographique.....	
Chapitre I.....	03
I. Rappels d'anatomie et de physiologie de l'appareil urinaire du cheval	03
I.1. I.1. Anatomie du rein	05
I.2. Histologie du rein.....	07
I.3 Fonction	09
I. 3.1 Filtration.....	09
I.3.2Réabsorption.....	09
I.3.3Sécrétion.....	09
II. Les uretères.....	10
II.1La vessie.....	10
II.2. L'urètre.....	11
Chapitre II.....	
I.Examen de l'appareil urinaire.....	12
I.1.Commémoratifs et anamnèse.....	12
I.2.Examen physique	14
I.2.1. Examen clinique général.....	14
I.2.1.1Palpation transrectale	14
I.2.2.Examens complémentaires.....	16
I.2.2.1.Analyse d'urine.....	16
I.2.2.1.1. Examen macroscopique.....	16
I.2.2.1.2.Densité urinaire.....	17
I.2.2.1.3.Bandelette urinaire.....	18
I.2.2.1.4.Analyse du sédiment urinaire.....	20
I.2.2.1.5.Enzymologie urinaire.....	22
Chapitre III.....	
I. La fonction rénale chez le cheval	25
I.1.Insuffisance rénale aiguë (IRA).....	25
I.2Insuffisance rénale chronique.....	26
I.2.1. Définition	26
I.2.2 Pathogénie et expression clinique.....	27

Table de matières

II.2. Méthodes de dosage de l'urée sanguine et de la créatinémie	27
II.1. Dosage de l'urée sanguine	28
II.2. Dosage de la créatinémie	28
II.2.1. Méthodes colorimétriques	28
II.2.2. Méthodes enzymatiques	28
Partie expérimentale	
I. Matériel & méthodes	29
II. La sélection animale et critères d'inclusion	30
III. Période expérimentale	32
IV. Prise de sang et méthodes de conservation	32
V. Enregistrement des échantillons	33
VI. Analyse et dosage de l'urée sanguine et de la créatinémie	34
VI.1. Description de l'analyseur	35
VI.2. Colonne et réactifs	36
VI.3. La mise en place des échantillons dans l'analyseur BS-240	36
Résultats & Discussion	
1. Résultats & Discussion	39
Conclusion	42

Introduction

Introduction

Les reins sont des organes vitaux qui jouent un rôle fondamental dans le maintien de l'homéostasie corporelle chez les mammifères, y compris les équidés tels que le cheval. La fonction rénale, bien que souvent sous-estimée, est essentielle à la survie et au bien-être de ces majestueux animaux. La compréhension approfondie de la physiologie rénale équine est cruciale non seulement pour les vétérinaires, les chercheurs et les propriétaires de chevaux, mais également pour l'industrie équine dans son ensemble.

Les chevaux sont des athlètes exceptionnels, utilisés dans une multitude de disciplines, de la compétition équestre au travail agricole, en passant par le transport. Leur performance dépend en grande partie de leur santé générale, et les reins jouent un rôle central dans cette équation. En effet, les reins sont responsables de nombreuses fonctions, dont la filtration du sang pour éliminer les déchets métaboliques, la régulation de la pression artérielle, l'équilibre électrolytique, la régulation du volume sanguin et le maintien de l'équilibre acido-basique.

Cependant, la physiologie rénale des chevaux présente des particularités uniques qui nécessitent une approche spécifique. Les caractéristiques anatomiques et fonctionnelles des reins équins, telles que la structure des néphrons, la filtration glomérulaire, la concentration d'urine et la gestion de l'eau, sont autant d'aspects qui diffèrent significativement de celles d'autres espèces animales, y compris les êtres humains (**BARONE R,2001**). Comprendre ces particularités est essentiel pour diagnostiquer et traiter efficacement les problèmes rénaux chez les chevaux, mais aussi pour optimiser leur performance et leur bien-être (**COLVILLE J,2002**).

Au fil des décennies, des avancées significatives ont été réalisées dans le domaine de la médecine vétérinaire équine, permettant une meilleure compréhension de la physiologie rénale et des méthodes diagnostiques plus précises. Cependant, il reste encore beaucoup à découvrir et à explorer. Les questions liées à la gestion de la santé rénale chez les chevaux, qu'il s'agisse de la prévention des maladies rénales, de la gestion des affections rénales aiguës ou chroniques, ou de l'amélioration des performances sportives, sont autant de domaines de recherche en constante évolution.

Dans ce contexte, ce travail se porte sur l'exploration de la fonction rénale chez le cheval, qui reflète la physiologie rénale chez les chevaux. Ce travail vise à doser la créatinémie & l'urée sanguine chez les chevaux du club équestre de **Bordj ELBAHRI** à Alger en utilisant un automate spécifique aux paramètres biochimique.

Introduction

Ainsi notre manuscrit s'articule sur une partie bibliographique répartie en trois chapitres traitants :

- **Rappels d'anatomie et de physiologie de l'appareil urinaire du cheval**
- **Examen de l'appareil urinaire**
- **La fonction rénale chez le cheval**

Puis on passe à la partie expérimentale en mettant en évidence le matériel & les méthodes utilisées "**MENDREY BS-240**", passant aux résultats obtenus et leurs discussions.

A la fin on termine par une conclusion générale de ce travail.

Etude bibliographique...

CHAPITRE I

Rappels d'anatomie et de physiologie de
l'appareil urinaire du cheval

I. Rappels d'anatomie et de physiologie de l'appareil urinaire du cheval

Le système urinaire chez le cheval est essentiellement similaire à celui des autres mammifères, bien qu'il présente certaines particularités propres à cette espèce. Le système urinaire du cheval est responsable de l'élimination des déchets métaboliques et de la régulation de l'équilibre électrolytique. L'appareil urinaire du cheval est constitué de deux reins suivis de deux uretères, d'une vessie et d'un urètre.

Le système urinaire chez les chevaux présente des similitudes fondamentales entre les mâles (étalons ou hongres) et les femelles (juments), mais il existe également quelques différences anatomiques entre les deux sexes. Voici les principales différences entre le système urinaire chez le cheval mâle et la femelle :

1. Organes génitaux externes :

- Mâle : Les chevaux mâles ont un organe génital externe bien visible, le pénis, qui sert à l'éjaculation du sperme lors de la reproduction. Le pénis du cheval est généralement rétractable dans une gaine cutanée lorsqu'il n'est pas en érection.

- Femelle : Les chevaux femelles ont des organes génitaux externes différents, notamment la vulve, qui est l'ouverture vers le tractus génital interne.

2. Urètre :

- Mâle : L'urètre mâle chez le cheval est plus long que celui de la femelle, car il doit traverser le pénis pour permettre l'évacuation de l'urine et de l'éjaculat.

- Femelle : L'urètre femelle est plus court et n'a pas à traverser un organe externe tel que le pénis.

3. Glandes génitales :

- Mâle : Les chevaux mâles possèdent des glandes sexuelles accessoires appelées glandes bulbo-urétrales ou glandes de Cowper, qui produisent un liquide visqueux sécrété lors de l'éjaculation. Ces glandes ne sont pas présentes chez les femelles.

- Femelle : Les chevaux femelles n'ont pas de glandes bulbo-urétrales.

4. Comportement de marquage territorial :

- Mâle : Les étalons et parfois les hongres peuvent avoir un comportement de marquage territorial en urinant pour marquer leur territoire. Ils peuvent lever la jambe arrière pendant la miction, ce qui est moins courant chez les femelles.

- Femelle : Les juments urinent également pour éliminer l'urine, mais elles n'ont généralement pas le comportement de levée de jambe associé au marquage territorial. (SANDERSON SL, 2022)

En dehors de ces différences anatomiques et comportementales, le système urinaire en lui-même (reins, uretères, vessie, etc.) fonctionne de manière similaire chez les mâles et les femelles et remplit les mêmes fonctions essentielles, telles que l'élimination des déchets métaboliques et la régulation hydrique.

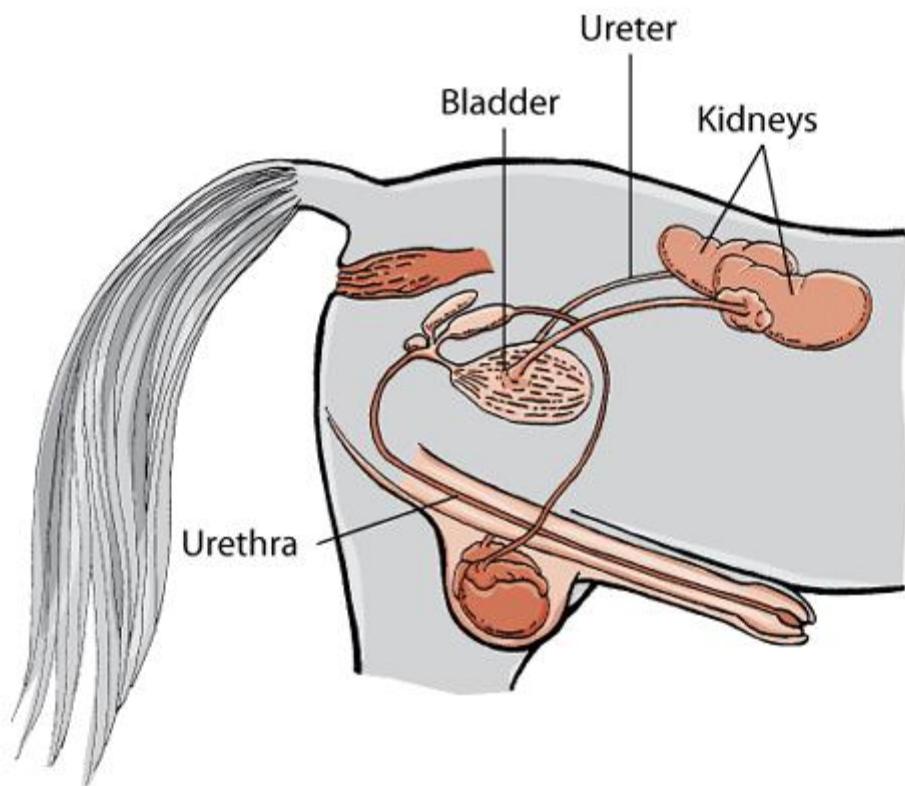


Figure 1 : Système urinaire chez le cheval (SANDERSON SL, 2022)

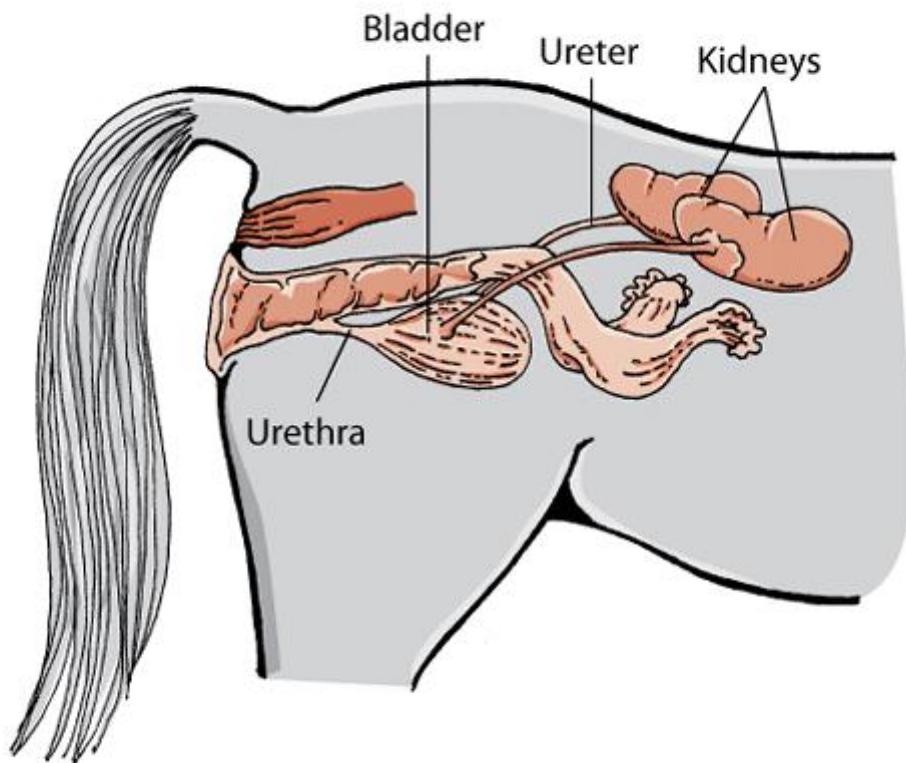


Figure 2 : Système urinaire chez la jument (SANDERSON SL, 2022)

I.1. Anatomie du rein

Le rein droit se projette sous les deux dernières côtes et le premier processus transverse lombaire. Il mesure environ 15 cm dans le sens crâneo-caudal et autant dans le sens transversal, et a une forme de fer à cheval. Ventralement il est contigu au pancréas et à la base du caecum. Le bord crânial du rein droit est au contact du lobe caudé du foie et son bord caudal longe le duodénum (**BARONE R, 2001**).

Le rein gauche a une localisation plus variable. En général, il est situé sous la dernière côte et sous les deux premiers processus transverses lombaires. Il mesure environ 18 cm dans le sens crâneo-caudal, 12 cm dans le sens transversal et a une forme de haricot. Ventralement il est au contact du petit côlon, de la partie terminale du duodénum et de la courbure duodéno-jéjunale. Latéralement il est au contact de la face médiale de la rate (**REFF V.B, 1998**). L'extrémité caudale est au contact

d'anses intestinales (BARONE R,2001).

Les reins du cheval ont une surface lisse et sont délimités par une capsule fibreuse. Le parenchyme rénal comprend en périphérie le cortex et en profondeur la médulla. Le sinus rénal, cavité aplatie que l'on trouve dans la longueur du rein, abrite le bassinet et les principaux vaisseaux et nerfs du rein qui sont entourés de tissu conjonctif et de graisse. Chez le cheval, les papilles rénales sont confondues en une longue crête rénale. Le bassinet (ou pelvis rénal) reçoit latéralement la crête rénale et est prolongé par l'uretère. Les extrémités du bassinet forment les récessus terminaux collectant les conduits papillaires provenant du pôle rénal correspondant (BARONE R,2001).

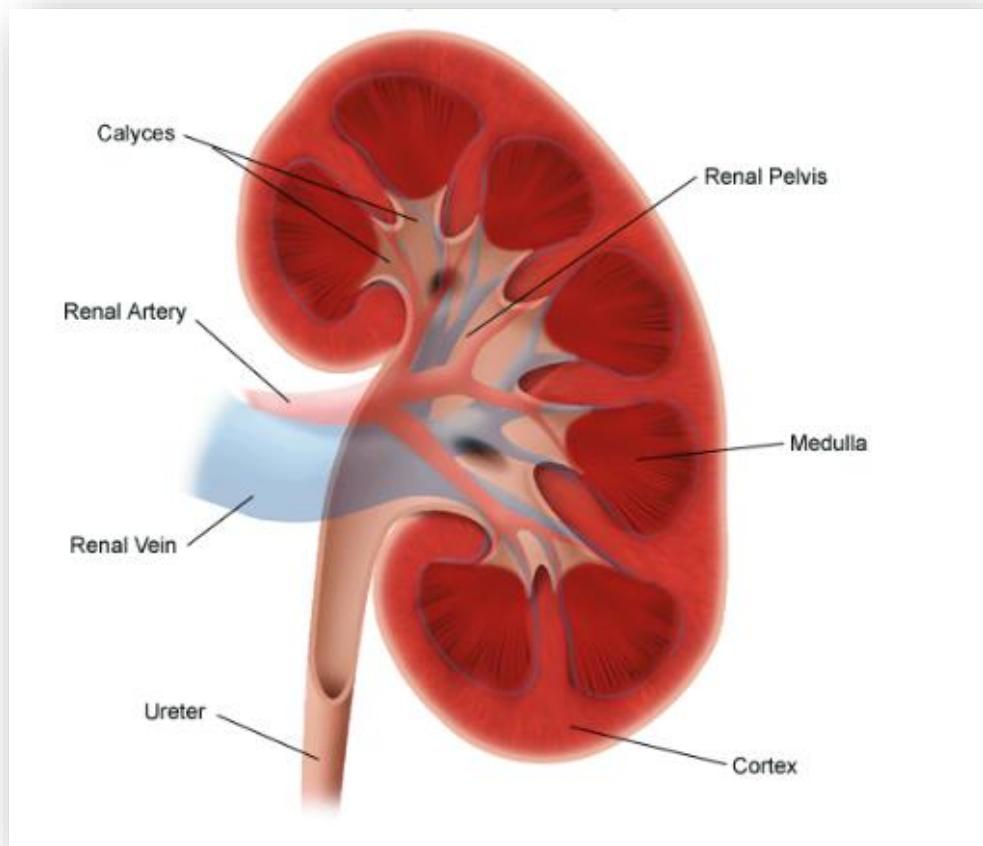


Figure 3 : Conformation intérieure d'un rein de cheval [Source internet 01]

La vascularisation du rein provient de l'artère rénale entrant dans le rein au niveau du hile, sauf pour les branches se dirigeant vers les pôles de l'organe qui sont émises un peu avant le hile. L'artère rénale se divise en segments rénaux puis en artères interlobaires à l'entrée dans le parenchyme rénal. Au niveau de la jonction cortico-médullaire, ces artères se terminent en un nombre variable d'artères arquées. Les veines interlobaires collectent le sang provenant des veines arquées et convergent en deux ou trois gros vaisseaux vers la veine rénale (**BARONE R,2001**).

I.2. Histologie du rein

L'unité fonctionnelle du rein est le néphron. Chaque rein comprend des centaines de milliers de néphrons qui filtrent le sang, réabsorbent et excrètent diverses molécules. Chaque néphron est constitué d'un corpuscule rénal comprenant le glomérule et la capsule de Bowman, d'un tubule contourné proximal, d'une anse de Henlé avec une partie descendante et une partie ascendante, et d'un tubule contourné distal. Les néphrons se poursuivent par les tubes collecteurs qui vont rejoindre le bassinet rénal (**COLVILLE J,2002**).

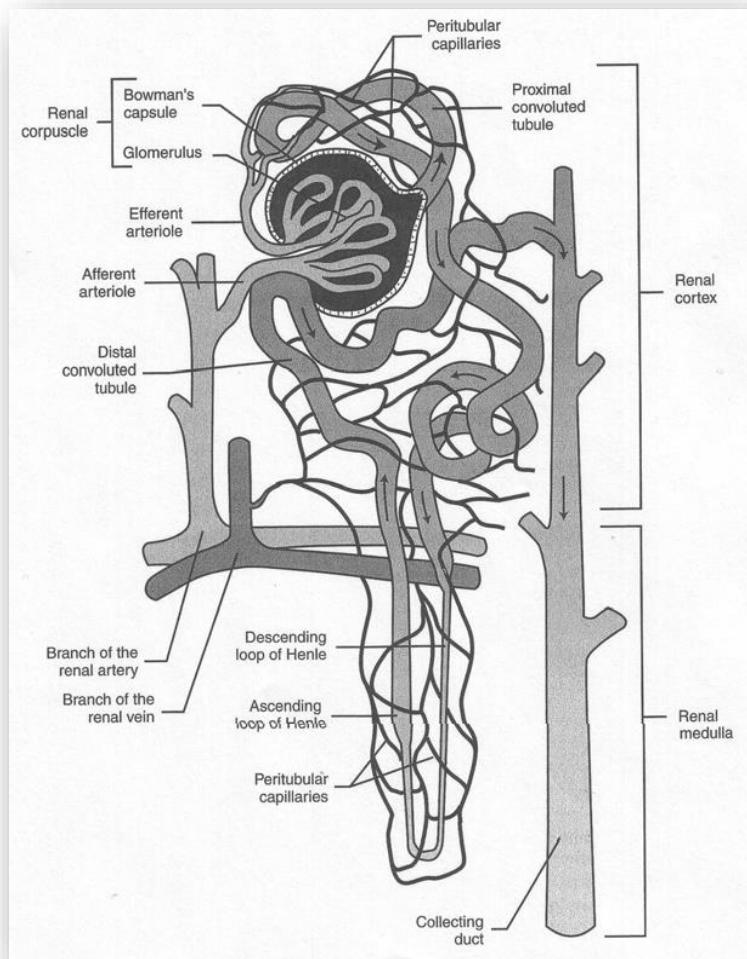


Figure 4 : Structure microscopique d'un néphron (COLVILLE J,2002)

I.3.Fonctions

Les reins ont de multiples fonctions : ils filtrent le sang en le débarrassant des déchets métaboliques, ils interviennent dans le maintien de l'équilibre acido-basique et électrolytique et ont une fonction endocrine via la synthèse d'érythropoïétine, de vasopressine et d'angiotensine (**COLVILLE J,2002, TORIBIO R.E,2007**).

I.3.1.Filtration sanguine

Elle a lieu dans les corpuscules rénaux. Le débit de filtration glomérulaire est de 1.6 à 2.0 mL/kg/min chez les chevaux. Sous l'effet de la pression hydrostatique, le plasma tend à passer au travers des fenestrations de l'épithélium vasculaire. Seules certaines protéines, trop grosses ou chargées négativement ne peuvent pas passer. Le filtrat glomérulaire est donc semblable au plasma, en dehors de son très faible taux de protéines (**COLVILLE J,2002, SCHOTT H.C, 2004**).

I.3.2Réabsorption

Elle a lieu principalement dans le tubule contourné proximal, mais aussi dans l'anse de Henlé, le tubule contourné distal et le tube collecteur. Elle vise à réabsorber les substances plasmatiques nécessaires à l'organisme : de nombreux ions (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , Cl^-), des acides aminés, le glucose, de l'eau. Elle se fait soit de façon passive via le gradient osmotique ou par diffusion, soit, cas le plus fréquent, par un mécanisme actif de transport au travers de membranes cellulaires (**COLVILLE J,2002, KNOTTENBELT D.C, 2000**).

I.3.3Sécrétion

De nombreuses substances nocives n'ayant pas filtré en quantité suffisante au travers des capillaires glomérulaires vont être sécrétées au niveau des tubules contournés distaux. Parmi ces substances, on trouve les ions H^+ , le potassium et l'ammoniac, mais aussi des xénobiotiques comme

la pénicilline ou certains sulfamides (**COLVILLE J,2002**).

II. Les uretères

Les uretères sont des conduits de 6 à 8 mm de diamètre et d'une longueur d'environ 70 cm, reliant le bassinet rénal à la vessie. Dans leurs derniers cm, les uretères cheminent obliquement dans la paroi vésicale avant de s'aboucher au niveau des ostiums urétériques. Ce segment sert de valve et empêche tout r éflux d'urine de la vessie vers les uretères quand la vessie est remplie (**BARONE R,2001, TORIBIO R.E,2007**).

II.1. La vessie

La vessie du cheval a une capacité d'environ 2 à 3 litres. A son extrémité crâniale se trouve l'apex de la vessie. L'extrémité caudale se poursuit par l'urètre au niveau du col vésical. La partie intermédiaire est le corps de la vessie.

L'intérieur de la vessie est tapissé par une muqueuse rose à beige, plus ou moins plissée selon le degré de réplétion. Sur la face dorsale, non loin du col vésical se trouvent les ostiums urétériques (**BARONE R,2001**).

Les uretères s'abouchent sur sa face dorsale, en oblique, à 6-8cm du col vésical.

Lorsqu'elle est vide, la vessie repose sur le pubis. Quand elle se remplit, elle devient piriforme et tend à glisser crânialement dans la cavité abdominale (**BARONE R,2001**). Le trigone vésical est délimité par les orifices des uretères et l'ostium interne de l'urètre (**BARONE R,2001**).

L'innervation de la vessie est multiple : l'innervation sympathique provient du nerf hypogastrique via des fibres ayant pour origine les segments lombaires L1 à L4. La vessie reçoit aussi une innervation parasympathique provenant de la moelle épinière sacrée. Enfin, l'innervation autonome provient du nerf pudendal (**SCHOTT H.C, 2004, TORIBIO R.E,2007**).

II.2. L'urètre

L'urètre, conduit par lequel l'urine est expulsée, est de taille très variable selon les sexes. L'urètre débute par l'ostium interne de l'urètre (face interne du col vésical) juste distalement à la vessie et se termine par l'ostium externe de l'urètre (méat urinaire) (**BARONE R,2001**).

L'urètre du mâle peut mesurer jusqu'à 70 cm de long. Au niveau de l'arcade ischiatique, son diamètre se rétrécit légèrement : c'est l'isthme de l'urètre. Entre l'ostium interne de l'urètre et l'isthme de l'urètre, on trouve en face dorsale un court relief médian et longitudinal, la crête urétrale. A une courte distance du col de la vessie, cette crête forme un tubercule arrondi, le colliculus séminal (abouchement des canaux déférents et des glandes séminales). Latéralement au colliculus séminal se trouve le sinus prostatique avec ses multiples orifices où s'abouchent les canalicules de la prostate. Au niveau de l'isthme, sur la paroi dorsale, on trouve les multiples petits orifices des glandes bulbo-urétrales en deux lignes parallèles portées chacune par un petit tubercule proche du plan médian. Distalement à l'arcade ischiatique, la muqueuse urétrale est naturellement plissée dans la longueur (**BARONE R,2001**).

Chez la jument, l'urètre mesure 6 à 8 cm pour 1.5 à 2 cm de diamètre. L'ostium externe est transversal et surplombé par un repli muqueux (**BARONE R,2002**)

CHAPITRE II

Examen de l'appareil urinaire

I. Examen de l'appareil urinaire

I.1. Commémoratifs et anamnèse

Le recueil des commémoratifs devra mettre l'accent sur la race du cheval (certaines étant prédisposées à des affections bien particulières), l'âge (en particulier en ce qui concerne les malformations congénitales), et le sexe.

Dans l'anamnèse, on s'attardera sur tous les éléments se rapportant au tractus urinaire :

La quantité d'eau bue par jour : elle est difficile à évaluer par le propriétaire surtout si le cheval dispose d'un abreuvoir automatique. Les valeurs usuelles sont de 60 à 65mL/kg/j, mais sont très variables avec le climat et l'exercice (**WILSON M.E,2007**).

La quantité d'urine émise : encore une fois, difficile à évaluer par le propriétaire. Les valeurs usuelles sont de 5 à 15L/j (**WILSON M.E,2007**). On parle d'oligurie lorsque le cheval produit moins de 0.25 mL/kg/h d'urine, soit 125 mL/h pour un cheval de 500 kg (**SCHOTT H.C, 2002**)

Le comportement de miction : le cheval présente-t-il une dysurie ? de la pollakiurie ? Se met-il toujours en position lors des mictions ou présente-t-il de l'incontinence ? La présence d'incontinence peut orienter le diagnostic vers la présence d'un calcul ou d'un déficit neurologique entre autres. Une douleur importante au niveau dorsal ou lombaire peut également empêcher le cheval de se mettre en position de miction (**SCHOTT H.C, 2004**)

L'aspect de l'urine : y a-t-il une hématurie ? si oui, à quel moment de la miction ? Une hématurie au début de la miction fait plutôt penser à une affection de l'urètre distal, tandis qu'une hématurie durant toute la miction fait penser à une affection rénale, urétérale ou vésicale. Si l'hématurie survient en fin de miction, on pensera plutôt à une atteinte de l'urètre proximal ou du col vésical (**SCHOTT H.C, 2002**) L'hématurie est-elle présente à chaque miction ?

L'urine peut changer de couleur après la miction à cause d'un agent oxydant contenu dans l'urine normale, la pyrocatechine, qui colore l'urine en rouge ou marron après exposition à l'air ou lors du

contact avec la neige (**SCHOTT H.C, 2002, SCHUMACHER J,2002**).

Les antécédents pathologiques au niveau individuel et de l'effectif : le cheval a-t-il présenté des coliques récemment ou de façon récurrente ? Cela peut être le cas avec une urolithiase par exemple. Est-il plus abattu que d'habitude ? A-t-il perdu du poids ? La perte de poids est un signe majeur des insuffisances rénales chroniques. D'autres chevaux de l'effectif sont-ils atteints ? Y a-t-il eu des affections respiratoires ou des avortements dans l'effectif (suspicion d'EHV pouvant être à l'origine d'une incontinence urinaire) ? (**MAURIN E,2004**)

Les médicaments utilisés ou les toxiques auxquels le cheval a pu être exposé : le cheval a-t-il reçu des AINS durant une longue période ? A-t-il récemment été traité aux aminosides ? A-t-il pu être exposé à des plantes toxiques (comme le sorgho, les feuilles d'érable rouge, la fougère aigle ou l'oignon sauvage) ou à des métaux lourds ?(**MAURIN E,2004**)

I.2.Examen physique

I.2.1.Examen clinique général

En plus de l'examen clinique approfondi, on s'attardera sur l'examen visuel de l'appareil urinaire externe. On regardera le pénis et l'orifice urétral externe chez le mâle avec au besoin une légère sédation à base d'acépromazine ou de xylazine pour induire le relâchement du pénis. Chez la femelle, on regardera la vulve et le méat urinaire (examen visuel et manuel). On recherchera s'il y a des écoulements anormaux ou s'il existe un urovagin. Une alopecie et des ulcération de la région périnéale et des membres postérieurs sont généralement le reflet d'une incontinence urinaire (WILSON M.E,2007).

En cas de suspicion d'incontinence d'origine nerveuse, on réalisera un examen neurologique : y a-t-il une hypotonie de la queue, du périnée, de l'anus ? Le cheval présente-t-il une rétention fécale ? une dilatation de l'anus ? Si possible, on observera le cheval au cours de la miction pour objectiver les anomalies éventuellement rapportées par le propriétaire.

Enfin, il faut penser à rechercher toutes les lésions pouvant être induites par une urémie importante et donc liées à une IRC (insuffisance rénal chronique) : présence de tartre, ulcères buccaux et/ou linguaux, halitose. D'autre part, si le cheval présente un œdème ventral, celui-ci peut provenir d'une néphropathie engendrant des pertes protéiques (WILSON M.E,2007).

I.2.1.1Palpation transrectale

La palpation transrectale vise à aller évaluer la taille, la consistance et les anomalies éventuelles des différents organes de l'appareil urinaire accessibles par cette voie.

Le **rein droit** n'est pas palpable, de par sa localisation trop crâniale. Le pôle caudal du **rein gauche** est palpable sur le plafond de l'abdomen. Le rein gauche est normalement lisse, non

douloureux à la palpation et légèrement mobile. Un rein de taille augmentée est plutôt le signe d'une néphrite aiguë, tandis qu'un rein de taille diminuée et à surface bosselée s'observe plutôt sur une néphrite chronique.

Les **uretères** ne sont pas palpables sauf s'ils sont dilatés (signe d'obstruction par des urétérolithes ou en cas de pyélonéphrite) **[CARR E.A,2003]**.

La **vessie** est palpable juste au-delà du bord crânial du pelvis si elle est pleine. On évaluera sa taille, son éventuelle distension (obstruction ou problème neurologique). Une fois vidangée, on palpera l'épaisseur de la paroi et d'éventuelles masses intrapariétales (tumeurs) ou intraluminales (calculs, caillots, sable) pourront être diagnostiquées (WILSON M.E,2007). Les calculs vésicaux sont situés le plus souvent dans la filière pelvienne, proches du col vésical sur une petite vessie **[DUESTERDIECK-Z, 2007]**.

I.2.2.Examens complémentaires

I.2.2.1.Analyse d'urine

L'analyse d'urine est à réaliser dès qu'on suspecte une affection de l'appareil urinaire ou un désordre métabolique. Le plus souvent, la récolte de l'urine se fait par miction naturelle précipitée. Rentrer le cheval dans un box fraîchement paillé favorise en général une miction. Si cela n'est pas concluant, il faudra cathéteriser l'urètre. Par la suite, si une cystoscopie est réalisée, de l'urine spécifique de chaque rein pourra être récoltée par cathétérisation de l'uretère correspondant.

Différents paramètres peuvent toutefois modifier les résultats de l'analyse d'urine : si le cheval a été tranquillisé avec de la xylazine, ou s'il a reçu des diurétiques, des corticoïdes, ou s'il est sous fluidothérapie, le volume d'urine émis sera augmenté ce qui engendre une diminution de la densité urinaire (EVANS E.W,2002).

D'autres facteurs peuvent également jouer, comme l'exercice ou l'alimentation de l'animal, un temps chaud, un abreuvement insuffisant ou une supplémentation en sel (EVANS E.W,2002).

I.2.2.1.1. Examen macroscopique

Une fois l'urine récoltée, l'analyse devra être faite dans les 20 minutes pour ne pas fausser les résultats. Si ce n'est pas possible, il faudra la stocker à 5°C.

La première étape de l'analyse d'urine est l'examen visuel de l'urine :

-La couleur : de jaune pâle à brun clair. Dans les cas pathologiques, l'urine peut être rouge, marron voire noire (SAVAGE C.J,2008).

-La turbidité : l'urine équine est naturellement trouble et visqueuse de par le mucus et les nombreux cristaux de carbonate de calcium qu'elle contient. Le mucus est produit par les glandes et cellules caliciformes du bassinet rénal et de l'uretère proximal. (WILSON M.E,2007).



- **Figure 5 : Aspect de l'urine normale du cheval. (Van Biervliet J., 2002)**

I.2.2.1.2.Densité urinaire

La densité urinaire est définie par la quantité de cristaux présents dans l'urine. Elle se mesure uniquement au réfractomètre et non via la case densité des bandelettes urinaires qui n'est exploitable que chez l'homme (EVANS E.W,2002). Elle peut être surestimée en cas de protéinurie ou de glucosurie.

On définit trois intervalles de densité en comparaison avec la densité du plasma. L'urine est dite :

Hypersthénurique quand la densité est supérieure à celle du plasma, c'est-à-dire supérieure à 1.014 ;c'est la densité habituelle de l'urine (SAVAGE C.J,2008).

Isosthénurique quand elle est de densité identique au plasma, soit comprise entre 1.008 et 1.014. On peut rencontrer ces valeurs de densité dans une insuffisance rénale grave, où l'animal a perdu toute capacité à concentrer ou diluer ses urines (SAVAGE C.J,2008).

Hyposthénurique quand la densité est inférieure à celle du plasma, soit $DU < 1.008$: cela peut être dû à un défaut de concentration des urines, comme dans une insuffisance rénale chronique, ou à un

animal fortement hydraté (fluidothérapie à fort débit). Les médicaments à effet diurétique, comme les α_2 -agonistes peuvent également faire baisser la densité urinaire (**SAVAGE C.J,2008**).

La densité urinaire est très variable selon le moment de la journée et l'activité de l'animal. Dans l'idéal, il convient donc de réaliser plusieurs récoltes d'urine sur la journée (**HOLLIS A et al,2008**) et de réaliser les prélèvements urinaires avant toute fluidothérapie (**SAVAGE C.J,2008**).

I.2.2.1.3.Bandelette urinaire

La méthode la plus facile pour réaliser une analyse d'urine est l'utilisation d'une bandelette urinaire. Les paramètres les plus intéressants sont détaillés ci-dessous.

Le **pH** normal de l'urine équine est compris entre 7 et 9, même s'il est le plus souvent alcalin. De nombreux facteurs peuvent l'influencer et être à l'origine d'une acidification : un exercice intense, la déshydratation, une infection du tractus urinaire, une anorexie ou un jeûne prolongé (**EVANS E.W,2002, PICANDET V et al,2006**)

La **protéinurie** normale chez le cheval est inférieure à 1 g/L. Toutefois, avec une urine alcaline, on peut avoir des réactions faussement positives. Comme chez les carnivores domestiques, on peut calculer le rapport protéinurie/créatinurie (RPCU) qui permet de ne pas tenir compte des variations de la concentration urinaire. Au-delà d'un RPCU de 2:1 on peut considérer qu'il s'agit d'une protéinurie significative (**SCHOTT H.C, 2004**) Face à une protéinurie, il faut envisager toutes les pathologies affectant la barrière de filtration glomérulaire, avec en particulier les glomérulonéphrites. Lors d'une infection du tractus urinaire ou d'hématurie, on observe également une protéinurie (**EVANS E.W,2002**).

Lors d'une inflammation rénale, la production de mucoprotéines (protéines de Tamm-Horsfall) par les cellules tubulaires de la partie large de l'anse de Henlé ascendante augmente. Ces protéines vont être à l'origine de la formation de cylindres cellulaires ou granulaires (**EVANS E.W,2002**). D'autres causes non reliées aux reins peuvent également être à l'origine d'une protéinurie, comme de la fièvre, une affection cardiaque ou neurologique (**EVANS E.W,2002**).

Chez un cheval, on ne trouve pas de **glucose** dans l'urine. Face à une glucosurie, il faut se demander si le cheval présente ou non une hyperglycémie. Le seuil de réabsorption rénale de glucose est de 150 mg/dL. Si la glycémie est supérieure à cette valeur, le glucose ne sera pas réabsorbé et on aura une glucosurie. C'est le cas par exemple en cas de stress, d'exercice intense, de sepsis, de syndrome de Cushing, de diabète sucré, d'administration de corticoïdes ou d' α 2-agonistes. Si le cheval ne présente pas d'hyperglycémie concomitante, il faudra envisager une atteinte tubulaire souvent associée à une insuffisance rénale aiguë (**PICANDET V et al,2006**).

La pigmenturie peut être évaluée à l'œil nu et grâce à la bandelette urinaire sur la case « sang ». Attention cependant au contact de l'urine avec l'air ou la neige qui peut lui donner une couleur brun-rouge quelques minutes après la miction (**SCHMACHER J,2007**).

Une urine très alcaline peut également donner un résultat faussement positif à la bandelette urinaire (**TORIBIO RE,2007**). Que ce soit à l'œil nu ou à l'aide d'une bandelette, on ne peut pas distinguer une myoglobinurie (lors de myopathies) d'une hémoglobinurie (hémolyse intravasculaire) ou d'une hématurie (pouvant avoir comme origine n'importe quelle partie du tractus urinaire, ou liée à une coagulopathie), voire d'une urine colorée par des pigments végétaux. L'échantillon d'urine devra être centrifugé pour faire la distinction entre ces 4 formes de pigmenturie.

Lors de myoglobinurie, d'hémoglobinurie ou de présence de pigments végétaux, l'urine sera toujours teintée de façon uniforme après centrifugation, tandis qu'en cas d'hématurie, on aura de l'urine claire surnageant un culot de globules rouges. L'hématurie est également détectable quand on a suffisamment de sang dans l'urine pour qu'il forme des caillots (**SCHMACHER J,2007**). En cas d'hyposthénurie, si des globules rouges sont présents dans l'urine ils vont être lysés et être à l'origine d'une hémoglobinurie sans hémolyse intravasculaire (**EVANS E.W,2002**). Dans tous les cas où la bandelette réagit dans la case « sang », il convient de réaliser une analyse cytologique du sédiment urinaire(**SAVAGE C.J,2008**).

I.2.2.1.4.Analyse du sédiment urinaire

L'analyse du sédiment urinaire est un examen apportant de nombreuses informations sur la fonction rénale.

Une analyse cytologique est indispensable face à toute fièvre d'origine indéterminée, en cas d'hyperfibrinogénémie, de perte de poids, d'affection neurologique compliquée, ou lorsqu'on a des anomalies urinaires macroscopiquement visibles ou à la bandelette (**SAVAGE C.J,2008**). De plus, en cas d'affection rénale, le sédiment va être modifié plusieurs semaines avant l'augmentation de l'urémie et de la créatinémie.

Cet examen doit être réalisé dans l'heure qui suit la récolte de l'urine, ou si l'urine est placée au frais, moins de 24 heures après la récolte. Le mode de réalisation est le suivant : centrifuger 5mL d'urine pendant 5 minutes à 1500 tours/minute. Conserver uniquement 0.5mL de surnageant et remettre en suspension le culot. Etaler une goutte de ce mélange sur une lame et couvrir d'une lamelle. Le sédiment sera observé aux grossissements x100 et x400. Si l'urine comporte de nombreux cristaux de carbonate de calcium, ceux-ci peuvent être dissous avec quelques gouttes d'acide acétique à 10% ou d'acide chlorhydrique afin d'optimiser l'observation (**PICANDET V, 2006, TORBIO R.E,200**).

Les **cylindres** sont formés de protéines tubulaires (protéines de Tamm-Horsfall) et de débris cellulaires (cellules épithéliales, érythrocytes, leucocytes). Ils se forment dans les tubules et passent ensuite dans l'urine. Associés à une inflammation ou une infection touchant les tubules rénaux, ils ne sont retrouvés qu'en petit nombre dans l'urine d'un animal sain. (**HOLLIS A et al,2008**)

Différentes cellules peuvent également être observées dans le sédiment urinaire :

-Des **érythrocytes** : on doit en avoir moins de 5 par champ si l'urine a été récoltée de façon atraumatique. En présence de nombreuses hématuries, il s'agit d'une hématurie qui peut avoir de multiples origines (inflammation, infection, néoplasie, coagulopathie, calcul rénal, vésical...) (**PICANDET V et al,2006**).

-Des **leucocytes** : leur nombre doit également être inférieur à 5 par champ. Au-delà de 8 par champ, il s'agit d'une pyurie présente lors d'infection du tractus urinaire (attention aux contaminations provenant du tractus génital chez la jument) (**PICANDET V et al,2006**).

-Des **cellules épithéliales** : on les trouve de façon occasionnelle chez les chevaux sains (surtout lors de récolte suite à une cathétérisation urétrale). Il s'agit de cellules squameuses, transitionnelles ou

tubulaires rénales. En cas d'inflammation ou de néoplasie tubulaire rénale ou vésicale, on trouve un grand nombre de cellules dans le culot (**PICANDET V et al,2006**).

-Des **cristaux** sont habituellement présents dans l'urine des équidés. Il s'agit principalement de cristaux de carbonate de calcium qui sont de taille variable, mais certains chevaux présentent également des cristaux de phosphate de calcium ou des oxalates (**PICANDET V et al,2006**).

-Des **bactéries** peuvent être vues, mais en nombre limité chez le cheval sain et uniquement sur de l'urine récoltée par miction naturelle. (**HOLLIS A et al,2008**).

I.2.2.1.5. Enzymologie urinaire

Parmi les nombreuses enzymes que contient l'urine, la seule dont le dosage est réalisable en routine est la gamma-glutamyltransférase (GGT). Etant trop grosse pour être filtrée par les glomérules, seule la production de GGT par la bordure en brosse des cellules tubulaires se retrouvera dans l'urine. Si son taux est élevé, on peut suspecter une altération des cellules des tubules rénaux (toxicité médicamenteuse, ischémie, inflammation...) (PICANDET V et al,2006).

$$\text{GGT urinaire / créatinine urinaire} = \frac{\text{GGT urinaire}}{\text{Créatinine urinaire}} \times 0.01$$

avec la GGT en UI/L et la créatinine en mg/dL (si on a la valeur en μ mol/L, il faut la diviser par 88.4 pour avoir la valeur en mg/dL) **[HOLLIS A et al,2008]**.

Le rapport GGT/créatinine urinaire est inférieur à 25 UI/g de créatinine chez un cheval sain. Seuls des taux supérieurs à 100 UI/g de créatinine sont significatifs **[ALMY F.S et al, 2009, PICANDET V,2006]**.

Bilan biochimique sanguin

Le bilan biochimique lors de suspicion d'affection du tractus urinaire comprend l'urée et la créatinine, les protéines totales, l'albumine, un ionogramme (Na, Cl, K, Ca, P, HCO_3 ou CO_2 total) **(DEJARDINS I et al, 2006)**.

L'azotémie, qui correspond à la présence de déchets azotés non protéiques dans le sang, se mesure par l'urémie et la créatinémie.

L'**urée** (BUN = blood urea nitrogen) est synthétisée par le foie à partir des acides aminés provenant de l'alimentation. Eliminée en très grande majorité par les reins, elle est filtrée librement par les glomérule et diffuse facilement à travers les tubules rénaux. 40 à 50% de l'urée est réabsorbée par les tubules, ce taux pouvant même augmenter lors de déshydratation (la réabsorption de l'urée varie avec la quantité d'eau et de NaCl réabsorbée) **(WILSON M.E,2007)**. L'urée étant produite par le foie, une insuffisance hépatique peut toutefois faire diminuer l'urémie. De même une ration pauvre en protéines fera diminuer l'urémie, tandis que lors de catabolisme tissulaire rapide, l'urémie augmentera. Sa production étant très variable, l'urée n'est pas un bon marqueur de l'altération de la fonction rénale **(DESJARDINS I et al, 2006)**.

La **créatinine** est un produit dérivé non enzymatique de la phosphocréatine dans les muscles squelettiques. Contrairement à l'urée, son rythme de production est constant et fonction de la masse musculaire et du poids vif et est indépendant de

l'alimentation. La créatinine est filtrée par les glomérules, et très peu réabsorbée au niveau des tubules. C'est un marqueur peu sensible et peu précoce (**DESJARDINS I et al, 2006**).

L'urée et la créatinine sont des marqueurs du débit de filtration glomérulaire, l'urée étant moins sensible que la créatinine. La mesure de la créatinémie est un des tests les plus fiables pour évaluer le débit de filtration glomérulaire, mais reste tardive puisqu'il faut que plus de 70% des néphrons soient non fonctionnels avant que la créatinémie et l'urémie n'augmentent (**SAVAGE C.J,2008**). En revanche, une fois que la créatinémie et l'urémie sont élevées, toute dégradation de l'état du cheval est rapidement détectable par une augmentation de l'azotémie (**WILSON M.E,2007**).

Les **protéines totales** sont avec l'**hématocrite**, un marqueur de l'état d'hydratation du cheval. Lors de lésions rénales, il peut y avoir fuite de protéines et hypoprotéinémie. Si une insuffisance rénale chronique est suspectée ou si le cheval présente un processus inflammatoire, l'hématocrite est important à mesurer (**SAVAGE C.J,2008**). L'**albuminémie** peut également diminuer suite à une fuite rénale (glomérulonéphrite...) (**DESJARDINS I et al, 2006**).

Lors d'insuffisance rénale, différents **déséquilibres électrolytiques** sont rencontrés. La réalisation d'un ionogramme est donc fortement conseillée. On a généralement une hypochlorémie, associée ou non à une hyponatrémie, une hypokaliémie, une hypercalcémie et une hypophosphatémie (**MAURIN E,2002**)

CHAPITRE III

**La fonction rénale chez le cheval et méthodes de dosage de
l'urée sanguine et de la créatinémie**

La fonction rénale chez le cheval et méthodes de dosage de l'urée sanguine et de la créatinémie

I. La fonction rénale chez le cheval

Chez les équidés, qui comprennent les chevaux, les ânes et les zèbres, ont développé une fonction rénale spécifique pour répondre à leurs besoins en tant que mammifères terrestres. Les reins jouent un rôle essentiel dans le maintien de leur homéostasie interne, notamment en régulant l'équilibre hydrique et électrolytique, en éliminant les déchets métaboliques et en contribuant à la régulation de la pression artérielle. (1. Almy FS, et al;2009)

Il existe deux principaux types d'insuffisance rénale :

I.1 Insuffisance rénale aiguë (IRA)

L'IRA est souvent le résultat d'une atteinte soudaine et sévère de la fonction rénale chez les chevaux. Plusieurs causes peuvent déclencher une IRA chez les équidés, notamment :

Déshydratation : Une réduction significative de l'apport en eau, due à une perte excessive de liquides, à la transpiration excessive ou à d'autres facteurs, peut entraîner une réduction du volume sanguin et, par conséquent, de la perfusion rénale. Cela peut entraîner une IRA pré-rénale.

Obstruction urinaire : Une obstruction des voies urinaires, souvent causée par des calculs rénaux ou des corps étrangers, peut empêcher l'écoulement de l'urine, entraînant une pression accrue dans les reins et des lésions rénales.

Infections : Les infections rénales graves peuvent endommager les tissus rénaux et entraîner une IRA.

Toxicité : L'ingestion de substances toxiques, telles que des plantes vénéneuses ou des médicaments toxiques, peut avoir un impact négatif sur la fonction rénale.

Chirurgie ou traumatisme : Des interventions chirurgicales majeures ou des blessures traumatiques graves peuvent perturber la circulation sanguine rénale et provoquer une IRA.

Lorsqu'une IRA survient, les reins ne parviennent plus à maintenir l'homéostasie corporelle. Les déchets métaboliques s'accumulent dans le sang, provoquant des déséquilibres électrolytiques et d'autres problèmes métaboliques. Les chevaux atteints d'IRA peuvent présenter des symptômes tels que la léthargie, la faiblesse, l'anorexie, la déshydratation et une

diminution de la production d'urine

On peut également citer dans les causes d'IRA les actions de **certains produits toxiques** pour les reins. Il faut penser à certaines intoxications par les plantes (Erable, glands, ...), mais aussi aux anti-inflammatoires, et aux antibiotiques de la famille des aminosides (la gentamicine notamment).

Les symptômes sont souvent dominés par la pathologie à l'origine de l'IRA, c'est-à-dire que lors d'une colique ce sont les signes de la colique que l'on va observer, sans signes spécifiques de l'IRA. C'est pour cette raison que lors de toutes les grandes atteintes de l'état général, il sera très important de faire une prise de sang et de demander un bilan général comprenant les deux paramètres clés d'évaluation de la fonction rénale :

- Urée : 0.2 à 0.4 g/l
- Créatinine : 13 à 20 mg/l

C'est à la vue de l'augmentation de ces paramètres qu'un traitement de l'IRA est mis en place.

1.2 Insuffisance rénale chronique

I.2.1. Définition

L'insuffisance rénale chronique touche généralement les chevaux âgés. Elle se définit comme une altération progressive des fonctions excrétrices et endocrines du rein en relation avec la présence de lésions étendues (plus de 70%) et irréversibles du parenchyme rénal et résulte, le plus souvent, de l'évolution d'affections acquises. Ainsi, elle peut faire suite à une glomérulonéphrite proliférative à immuns complexes (cas le plus commun) ou à une néphrite interstitielle chronique d'origine toxique ou septique, ou résultant d'un trouble hémodynamique ou obstructif. Un grand nombre de troubles impliqués dans l'apparition d'une néphrite interstitielle chronique peuvent conduire au développement de lésions tubulaires. Ceci explique que, dans les stades ultimes de la maladie, ces deux pathologies se confondent bien souvent en une expression clinique commune. Enfin, de rares cas de tumeurs rénales (carcinome) sont également décrits (**Van Amstel S.R., 1984**)

; cependant l'atteinte, généralement unilatérale, ne s'accompagne pas toujours de signes d'insuffisance rénale. L'identification de l'origine de l'insuffisance rénale reste très souvent délicate puisqu'au moment de la détection clinique, la plupart des sujets présentent des signes d'atteinte glomérulaire et tubulaire avancées qui correspondent au stade terminal de l'évolution alors que les dommages lésionnels initiaux remontent, eux, à des mois voire des années.

I.2.2 Pathogénie et expression clinique

Indépendamment de l'origine de la perte de néphrons fonctionnels, l'insuffisance rénale qui en résulte conduit à terme au développement d'une azotémie et à l'installation d'un syndrome urémique. L'amaigrissement est le principal motif de consultation. Il est attribuable à divers facteurs. L'installation du syndrome urémique induit dans un premier temps une anorexie (action sur le système nerveux central) ; puis, il se complique de lésions buccales (ulcères et tartre) rendant la prise alimentaire douloureuse ainsi que de lésions du tube digestif responsables d'une entéropathie hypo-protéimiant légère à modérée. D'autre part, l'altération de la barrière glomérulaire peut s'accompagner d'une fuite urinaire de protéines d'origine plasmatique (majoritairement l'albumine). Néanmoins, contrairement à ce qui est observé chez les carnivores, les chevaux développent rarement un syndrome néphrotique avec protéinurie et hypoprotéinémie sévères. Finalement, la combinaison des effets du syndrome urémique, associés ou non à une protéinurie marquée, place les sujets atteints dans un état catabolique dans lequel les réserves de l'organisme sont mises à contribution pour satisfaire les besoins énergétiques du métabolisme de base. Outre l'amaigrissement, l'insuffisance rénale chronique s'accompagne sur le plan clinique d'un abattement, d'un mauvais état général, d'œdèmes déclives et d'une polyuri-polydipsie. (**Van Mol K.A.C., 1986**)

II. Méthodes de dosage de l'urée sanguine et de la créatinémie

II.1. Dosage de l'urée sanguine :

Le dosage de l'urée sanguine est un test couramment réalisé pour évaluer la fonction rénale et détecter d'éventuels problèmes rénaux.

Le sang prélevé doit être laisser se reposer pendant un certain temps pour permettre la coagulation. Après on centrifuge le tube à essai pour séparer le plasma (partie liquide) des éléments formés du sang (globules rouges, globules blancs), à la fin on transfère le plasma dans un autre tube propre.

L'analyse de l'échantillon de plasma est analysée en utilisant une méthode biochimique, généralement la méthode de l'uréase. Cette méthode repose sur l'utilisation de l'enzyme uréase pour convertir l'urée en ammoniac et dioxyde de carbone, ce qui génère un signal mesurable.

Par ailleurs, Le dosage de l'urée sanguine peut se faire par un automate, qui utilise des analyseurs chimiques ou hématologiques pour mesurer la concentration d'urée dans le sang de

manière rapide et précise. Cette méthode est couramment utilisée dans les laboratoires cliniques et médicaux pour effectuer des tests de routine.

II.2. Dosage de la créatinémie

Différentes méthodes de dosage de la créatinine coexistent. En pratique, deux méthodes sont actuellement réalisées dans les laboratoires : les méthodes colorimétriques avec la réaction de Jaffé (80 %) et les méthodes enzymatiques (20 %) (13). La standardisation de la calibration des méthodes de dosage de la créatinine sérique par les laboratoires ne semble pas acquise et génère de la méfiance vis-à- vis des résultats rendus.

II.2.1. Méthodes colorimétriques :

Méthode de Jaffé : en milieu alcalin, la créatinine forme avec le picrate un complexe jaune orangé. La vitesse de formation de la coloration est proportionnelle à la concentration en créatinine dans l'échantillon. Toutefois, des substances « pseudochromogènes » peuvent perturber les résultats en donnant des concentrations de créatinine plus élevées que la réalité. Des méthodes Jaffé « corrigées » sont proposées et tiennent compte de l'impact de ces substances sur le résultat du dosage.

II.2.2. Méthodes enzymatiques :

La méthode la plus répandue consiste en la dégradation enzymatique de la créatinine qui aboutit en fin de chaîne à la production d'eau oxygénée. Cette production d'eau oxygénée est ensuite quantifiée par une dernière réaction enzymatique (14). Spectrométrie de masse avec dilution isotopique :

La spectrométrie de masse est une technique de détection extrêmement sensible qui permet de déterminer des structures moléculaires. Le composé organique est ionisé et l'ion obtenu permet la détermination de la masse molaire du composé. Il s'agit d'une méthode de référence très complexe développée pour affecter des valeurs à des matériaux de référence. Elle est disponible dans quelques laboratoires hautement spécialisés répartis à travers le monde.

(Manuel HAS , Mai 2011).

Par ailleurs, il existe des méthodes de dosage automatisées de la créatininémie couramment utilisées en laboratoire clinique pour mesurer la concentration de créatinine dans le sang, ce qui permet d'évaluer la fonction rénale. L'automate d'analyse chimique ou hématologique spécialement conçu pour le dosage de la créatinine en utilisant des Réactifs spécifiques pour le dosage de la créatinine .

Partie Expérimentale...

Partie expérimentale

Matériel & Méthodes

Afin d'étudier insuffisance renal chez le cheval, nous avons adopté de travailler sur un paramètre biochimique spécifique qui est le reflet de l'urée sanguine et de la créatinémie

Pour réaliser notre partie expérimentale, nous avons travaillé sur le Club Equestre Sonatrach de Bordj-El Bahri à Alger, situé sur le Nord-Est d'Alger ; comme mentionné sur la figure.



Figure 06. La localisation géographique du Club Equestre de Bordj El Bahri

I. Matériel & méthodes :

Ce club comprend **47 chevaux** d'âge, sexe et races différents, ces chevaux sont élevés en boxes séparés, donc chaque cheval est mis dans son propre boxe. La ration alimentaire est adaptée en fonction de l'âge, race, efforts physique et l'état général du cheval.

Chaque cheval est consulté régulièrement par le vétérinaire du club équestre pour contrôler l'état de santé de chaque cheval, allant de l'examen général de l'appareil locomoteur, l'auscultation cardio-respiratoire, et aussi l'examen des muqueuses conjonctivales ayant pour objectif de contrôler l'état anémique du cheval. Les chevaux diagnostiqués malades reçoivent

leurs traitements individuellement dans leurs boxes et ils restent sous surveillance jusqu'à leurs guérisons.

Par ailleurs, les chevaux sont faits sortir de leurs boxes dans un terrain d'entraînement par leurs propriétaires ou le personnel du club, cette étape permet aussi d'examiner les chevaux pendant leur entraînement afin de déceler les pathologies locomotrices ou autres.

II. La sélection animale et critères d'inclusion :

Au total, **20 chevaux** ont été inclus dans notre étude, les renseignements relatifs à chaque cheval sont mentionnés dans le tableau. Nous avons sélectionné les chevaux sains sans antécédents pathologiques récentes déclarées, dont la tranche d'âge est entre **5 à 23** ans. Le critère de sélection « Age » est capital dans notre étude car seuls les sujets âgés peuvent développer un diabète où la dysrégulation métabolique des glucides peut avoir lieu.

Tableau 01. Fiche de renseignement des chevaux inclus dans l'étude.

NUM	NOM	AGE	RACE	SEXE	ROBE
001	FAYROUZ	5 ANS	ARABE BARBE	F	BAI
002	AIDA	12 ANS	CHEVAL DE SELLÉ	F	BAI
003	UTIQUE	17 ANS	PURSANG ARABE	F	ALEZAN
004	WARDA	5 ANS	CHEVAL DE SELLÉ	F	ALEZAN
005	NADOR	4 ANS	ARABE BARBE	M	BAI
006	NEMS	9 ANS	ARABE BARBE	M	GRISPOMMELE
007	GAMIL	23 ANS	ARABE BARBE	M castré	BAI
008	LIZA	8 ANS	ARABE BARBE	F	BAI BRUNFONCE
009	MONTASSIRA	8 ANS	PURSANG ARABE	F	BAI
010	USHI	15 ANS	CHEVAL DE SELLÉ	F	GRIS
011	DJANET	6 ANS	ARABE BARBE	F	GRIS
012	VAMPIO2	13 ANS	CHEVAL DE SELLÉ	M	BAI
013	DERMI	15 ANS	ARABE BARBE	M	ALEZAN
014	ULYSE	15 ANS	S-FR	M	ALEZAN
015	GHADA	23 ANS	PURSANG ARABE	F	ALEZAN
016	HAMIDA	22 ANS	PURSANG ARABE	F	GRIS

Partie expérimentale

Matériel & Méthodes

017	THAWRA	16 ANS	CHEVAL DE SELLE	F	GRIS
018	ZAHRA	8 ANS	ARABE	F	ALEZAN BRULE
019	AMIRA	4 ANS	CHEVAL DE SELLE	F	GRIS SOURIS
020	VEGA	13 ANS	CHEVAL DE SELLE	F	GRIS

III. Période expérimentale :

Notre étude expérimentale s'est étalée entre le **21 Février 2023** et le **14 Juin 2023**. Après avoir nous accordé l'accès de part de la direction du club équestre de Bordj EL Bahri, nous avons commencé notre étude par des visites régulières au club équestre afin de pouvoir observer et connaître le mode d'élevage, le rationnement alimentaire et aussi le profil de santé de chaque cheval afin de pouvoir sélectionner les chevaux vouloir inclure dans notre étude. Les prélèvements sanguins ont été réalisés **le 14 Juin 2023**.

IV. Prise de sang et méthodes de conservation :

Après une bonne contention du cheval par un tord-nez, la prise de sang est effectuée par ponction de la veine jugulaire au moyen d'une aiguille luer-lock montée sur un adaptateur dans lequel est inséré un tube sous-vide Vaccutainer (VACUETTE®) qui contient de l'héparine (Tube hépariné).

Un garrot est exercé au niveau de la base du cou. La veine jugulaire se remplit de sang et devient de ce fait turgesciente et facile à ponctionner. Une fois l'aiguille est introduite dans la veine, le tube est monté dans l'adaptateur et le sang est aspiré sous l'effet de la pression négative des tubes VACUETTE®. Ensuite, le tube est directement identifié.



Figure 07: Prise de sang après ponction jugulaire. (Clichés personnels)

A l'issue de cette étape, vient celle de dosage de l'urée créa, de ce fait les prélèvements obtenus sont mis dans une glacière à environs +4 °C et acheminés au laboratoire d'analyses médicales de Dr Slimani Idir situé dans la commune de Bechdjerrah à Alger.

V. Enregistrement des échantillons :

Une fois arrivé au laboratoire, les tubes de prélèvements effectués sont enregistrés dans la plate-forme numérique de laboratoire, ainsi chaque échantillon a une étiquette code barre qui lui permet d'être suivi et contrôlé au cours de différentes étapes de la méthode de dosage utilisée. Chaque étiquette est collée sur le long de tube correspondant de sorte que la lecture du code barre sera possible.



Figure 08 : Enregistrement des échantillons et leurs identifications par le code à barre.

(Clichés personnels)

VI. Analyse et dosage de l'urée sanguine et de la créatinémie

Afin de pouvoir doser l'urée sanguine et de la créatinémie, nous avons d'abord utilisé une Centrifugeuse. Dans le but de séparer les différents composants sanguins en fonction de leur densité. Elle est utilisée pour séparer des échantillons de plasma, de sérum et de cellules sanguines en vue d'analyses diagnostiques. On a utilisé la centrifugeuse CYPRESS CL-008 pour les 20 tubes.



Figure 09. Mise en place des échantillons dans la centrifugeuse.

Après avoir centrifugé les échantillons à vitesse de 3000 tour/min pendant 10 minutes, nous avons obtenu les échantillons centrifugés ; nous les avons placé dans l'automate des paramètres biochimiques ; **Mindray BS-240**.

VI.1. Description de l'analyseur

L'analyseur Mindray BS-240 représente un système biochimique semi-automatisé de pointe, conçu pour répondre aux besoins des laboratoires cliniques en matière d'analyses biochimique rapides et précises. Grâce à son automatisation avancée, il permet le traitement efficace des échantillons sans nécessiter d'interventions manuelles fréquentes.

Ce dispositif offre une capacité d'échantillonnage élevée, permettant le traitement de multiples échantillons en une seule série d'analyses. Avec une large gamme de tests disponibles, couvrant divers paramètres biochimiques, il garantit des résultats fiables grâce à l'utilisation de méthodes de mesure sophistiquées. L'interface utilisateur intuitive et l'écran tactile facilitent la

programmation des tests et la consultation des résultats. En outre, il propose des fonctions de gestion des données pour stocker et imprimer les résultats ainsi que pour créer des fichiers de référence. En somme, l'analyseur BS-240 offre une solution complète et efficace pour les laboratoires à la recherche de performances optimales dans leurs analyses biochimiques.

VI.2. Colonne et réactifs

Les réactifs utilisés avec l'analyseur Mindray BS-240 sont des composés chimiques spécialement conçus pour interagir avec les composants des échantillons biologiques et permettre des analyses biochimiques précises. Ces réactifs couvrent un large éventail de paramètres, y compris les électrolytes, les enzymes, les métabolites, les protéines, les lipides et même des marqueurs spécifiques pour certaines conditions médicales. Chaque réactif est formulé avec une grande précision pour assurer des résultats fiables et reproductibles. Ils sont fournis sous forme de kits complets comprenant tous les composants nécessaires, et leur utilisation est accompagnée d'instructions détaillées pour garantir une manipulation correcte. Ces réactifs, en combinaison avec l'analyseur BS-240, permettent aux laboratoires cliniques de réaliser des analyses biochimiques de haute qualité, contribuant ainsi à la prise en charge médicale et au diagnostic précis des patients.

VI.3. La mise en place des échantillons dans l'analyseur BS-240:

La mise en place des échantillons dans l'analyseur BS-240 est une étape cruciale pour garantir des résultats précis et fiables dans les analyses biochimiques. Voici les étapes typiques pour cette procédure :

- 1. Préparation des échantillons** : Assurez-vous que les échantillons sont correctement identifiés et étiquetés. Ils doivent être manipulés avec soin pour éviter toute contamination ou altération des composants.
- 2. Vérification de l'échantillon** : Avant de charger les échantillons dans l'analyseur, vérifiez qu'ils correspondent aux exigences spécifiques du test que vous souhaitez effectuer.

3. Préparation des tubes de centrifugation : Si nécessaire, préparez les échantillons en les plaçant dans des tubes de centrifugation appropriés. Veillez à ce que les tubes soient stériles et étiquetés correctement.

4. Équilibrage des tubes : Si la centrifugation est requise, assurez-vous que les tubes sont équilibrés pour éviter tout déplacement du rotor pendant la centrifugation.

5. Chargement des échantillons : Placez les tubes contenant les échantillons dans les emplacements appropriés du dispositif d'analyse. Assurez-vous que les tubes sont correctement positionnés et en équilibre pour garantir une rotation uniforme.

6. Programmation des tests : Utilisez l'interface de l'analyseur BS-240 pour sélectionner les tests spécifiques que vous souhaitez effectuer. Cela peut inclure des paramètres tels que les électrolytes, les enzymes, les métabolites, etc.

7. Démarrage de l'analyse : Activez l'analyseur selon les paramètres spécifiés pour le test. Cela peut inclure des informations telles que la vitesse de centrifugation, la température, et la durée de l'analyse.

8. Surveillance du processus : Gardez un œil sur le déroulement de l'analyse pour vous assurer qu'elle se déroule correctement et sans incidents.

9. Récupération des résultats : Une fois l'analyse terminée, les résultats seront générés et peuvent être consultés sur l'interface (écran) de l'analyseur.

Il est essentiel de suivre scrupuleusement ces étapes pour garantir des résultats biochimiques précis et fiables. En cas de doute ou de problème, il est recommandé de se référer aux instructions spécifiques fournies par le fabricant de l'analyseur BS-240.



Figure 10. Mise en place des échantillons dans l'analyseur Mindreay BS-240

Résultats
&
Discussion

Résultats & Discussion

Résultats & Discussion :

Après avoir analysé nos échantillons sanguins préalablement centrifugés, par l'automate des paramètres biochimiques Mindray BS-240, nous avons obtenus les résultats représentés dans le tableau N02.

Tableau 02 : Résultats du bilan rénal effectué par Mindray BS-240.

Numéro	Créatininie mg/L (Normes: 13-20 mg/L)	Urée sanguine g/L (Normes: 0.20-0.40 g/L)
01	15.3	0.17
02	16.5	0.29
03	14.4	0.14
04	16.0	0.12
05	17.2	0.17
06	16.2	0.20
07	14.7	0.20
08	14.5	0.16
09	17.5	0.27
10	19.7	0.31
11	13.8	0.19
12	21.0	0.28
13	23.0	0.25
14	16.8	0.22
15	16.5	0.21
16	13.0	0.27
17	11.7	0.16
18	18.5	0.28
19	16.4	0.18
20	15.2	0.27

Résultats & Discussion

L'étude a examiné les niveaux de créatinine et d'urée sanguine chez une cohorte de vingt chevaux, dans le but de mieux comprendre les indicateurs de l'insuffisance rénale dans cette population. Les résultats obtenus présentent une gamme variée de valeurs pour ces paramètres biomarqueurs.

Concernant la créatinine, il est essentiel de noter que la plupart des échantillons se situent dans la plage de référence de 13 à 23 mg/L, bien que l'échantillon 16 (13.8 mg/L) soit en limite inférieure de cette plage. Cela pourrait indiquer des variations physiologiques normales entre les individus ou suggérer une légère différence dans le métabolisme de la créatinine.

En ce qui concerne l'urée sanguine, les valeurs oscillent entre 0.12 et 0.31 g/L, avec l'échantillon 04 (0.12 g/L) présentant la valeur la plus basse et l'échantillon 10 (0.31 g/L) la plus élevée. Il est crucial de souligner que certaines valeurs, telles que celles des échantillons 01 (0.17 g/L) et 17 (0.16 g/L), se situent en dehors de la plage de référence de 0.20 à 0.40 g/L. Cette observation nécessite une attention particulière et pourrait indiquer des variations métaboliques ou nutritionnelles au sein de cette cohorte.

Dans l'ensemble, les résultats du bilan rénal pour la créatinine chez les échantillons de cheval présentent des valeurs nettement supérieures à la moyenne de 12,17 mg/L d'après le travail de **Niveaux d'azote uréique lacrymal et de créatinine chez le cheval et leur corrélation avec valeurs sériques (Gustavo L. Zapata ;et al .2005)**

Résultats & Discussion

Ces résultats soulignent l'importance de considérer les paramètres individuels et environnementaux lors de l'évaluation de la fonction rénale chez les chevaux. Des facteurs tels que l'alimentation, l'hydratation, et l'activité physique peuvent influencer ces biomarqueurs, et doivent être pris en compte lors de l'interprétation des résultats.

Cependant, bien que ces données fournissent des informations précieuses, il est important de noter qu'elles doivent être interprétées en conjonction avec d'autres signes cliniques et résultats d'examens complémentaires. L'insuffisance rénale est un trouble complexe et multifactoriel, et une évaluation approfondie est nécessaire pour établir un diagnostic précis.

L'analyse sanguine permet de confirmer une IR, par la mise en évidence d'une élévation de l'urée et de la créatinine plasmatique. Ces paramètres ne permettent pas une détection précoce de la diminution du TFG, puisqu'une azotémie n'apparaît que lorsque 75 % des néphrons sont non fonctionnels. La créatinine (valeur usuelle [VU] : 13 à 20 mg/l ; 100 à 168 µmol/l) est plus sensible et spécifique que l'urée (VU 0,20 à 0,40 g/l ; 2,5 à 10 mmol/l), puisqu'une partie de l'urée est réabsorbée dans les conduits collecteurs en fonction du flux hydrique et que sa concentration varie aussi lors de troubles gastro-intestinaux.

CONCLUSION

Conclusion

Conclusion générale

Le travail présent, a exploré en profondeur la fonction rénale chez le cheval, mettant en lumière l'importance vitale de cet organe pour le maintien de l'homéostasie et la filtration efficace des déchets métaboliques. À travers une analyse approfondie des mécanismes physiologiques et des facteurs influençant la santé rénale équine, cette étude a contribué à élargir notre compréhension de la physiologie équine.

Les résultats obtenus mettent en évidence l'adaptabilité remarquable du système rénal du cheval face à des variations environnementales et aux exigences physiologiques induites par différentes activités. Les découvertes concernant les adaptations rénales spécifiques à certaines conditions, telles que l'exercice intensif ou des régimes alimentaires particuliers, ouvrent des perspectives nouvelles pour l'optimisation des soins et de la performance des équidés.

Il est impératif de souligner que malgré les avancées significatives exposées dans cette thèse, des domaines de recherche supplémentaires demeurent essentiels pour une compréhension exhaustive de la fonction rénale chez le cheval. Des études futures pourraient se concentrer sur des aspects spécifiques tels que les réponses rénales à des situations de stress particulier, ou encore l'impact de certaines pathologies sur la fonction rénale.

En fin de compte, cette recherche apporte une contribution substantielle à la science équine et à la médecine vétérinaire, offrant une base solide pour des avancées futures dans le domaine de la néphrologie équine. Les enseignements tirés de cette thèse sont essentiels pour améliorer la santé et le bien-être des chevaux, ainsi que pour optimiser leur performance dans divers contextes.

Référence

- ALMY F.S., LeROY B.E., BARTON M.H., Clinical pathology of renal disease. In: Saunders, ed. Current therapy in Equine Medicine, 6th edition. St Louis, 2009. P.748- 752.1066p.
- BARONE R., L'appareil uro-génital. In: VIGOT, ed. Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4 : Splanchnologie II. Paris, 2001. 896p
- CARR E.A., Examination of the urinary system. In: Saunders, ed. Current therapy in Equine medicine, 5th edition. St Louis, 2003. P.819-824. 930p
- COLVILLE J., The urinary system. In: Mosby, ed. Clinical anatomy & physiology for veterinary technicians. St Louis, 2002. P.304-317. 452p.
- DESJARDINS I., CADORE J.L., Analyses sanguines équine II – Biochimie. Prat. Vet. Equine. 2006;38(152):7-16.
- DUESTERDIECK-ZELLMER K.F., Equine urolithiasis. Vet. Clin. Equine. 2007;23:613-629.
- EVANS E.W., Urinalysis. In: LIPPINCOTT WILLIAMS AND WILKINS, ed. The 5- minute veterinary consult Equine. Baltimore, 2002. P.1088-1091. 1154p.
- HOLLIS A., CORLEY K, Monitoring and treating the urogenital system. In: Blackwell Publishing, ed. Equine hospital manual. Oxford, 2008. P.533-556. 736p.
- Gustavo L. Zapata,* Roberto M. Britos,* Maria E. Pintos,† Eduardo Dreizzen,‡ Nélida B. Lausada§ and Sandra Arauz American College of Veterinary Ophthalmologists, Veterinary Ophthalmology, 2005 , 207–209
- KNOTTENBELT D.C., Polyuria-polydipsia in the horse. Equine vet. Educ. 2000;12(4):179-186.
- MAURIN E., PECHAYRE M., GALISSON C.L., Uro-néphrologie. In: EDITIONS MED'COM, ed. Guide pratique de médecine équine. Paris, 2004. P.77-87. 255p.
- PICANDET V., DESJARDINS I., L'analyse urinaire : un examen complémentaire de choix en pratique équine. Prat. Vet. Equine. 2006;38(151):25-31. 118
- REEF V.B., Adult abdominal ultrasonography. In: W.B. Saunders company, ed. Equine diagnostic ultrasound. Philadelphia, 1998 P.273-363. 560p.

- Sanderson Sherry Lynn, The Urinary System of Horses, College of Veterinary Medicine, University of Georgia Reviewed/Revised Aug 2019 | Modified Oct 2022.
- SAVAGE C.J., Urinary clinical pathologic findings and glomerular filtration rate in the horse. *Vet. Clin. Equine.* 2008;24:387-404.
- SCHOTT II H.C., Anuria/oliguria. In: LIPPINCOTT WILLIAMS AND WILKINS, ed. *The 5-minute veterinary consult Equine.* Baltimore, 2002. P.122-123. 1154p.
- SCHOTT II H.C., Disorders of the urinary system. In: Saunders, ed. *Equine Internal Medicine*, 2nd edition. Philadelphia, 2004. P.1169-1294, 1659p .
- SCHOTT II H.C., VARNER D.D., Urinary tract. In: Mosby, ed. *Equine endoscopy*, 2d Edition. St Louis, 1997. P.187-203. 252p.
- SCHUMACHER J., Hematuria and pigmenturia of horses. *Vet. Clin. Equine.* 2007;23:655-675.
- SCHUMACHER John, SCHUMACHER Jim, SCHMITZ D., Macroscopic haematuria of horses. *Equine vet. Educ.* 2002;14(4):201-210.
- **Source Internet :**<https://www.childrenshospital.org/conditions/horseshoe-kidney>
- TORIBIO R.E., Essentials of equine renal and urinary tract physiology. *Vet. Clin. Equine.* 2007;23:533-561.
- **Van Amstel S.R** : Primary renal cell carcinoma in a horse. *J. South African Vet. Ass.*, 1984, 55(1), 35-38.
- **Van Mol K.A.C**: Renal carcinoma in a horse. *Vet. Record*, 1986, 119, 238-239.
- **Van Biervliet J, Divers TJ, Porter B et coll.** Glomerulonephritis in horses. *Compend. Contin. Educ. Pract. Vet.* 2002;24:893-902.
- WILSON M.E., Examination of the urinary tract in the horse. *Vet. Clin. Equine.* 2007;23:563-575.

Résumé :

Notre travail se concentre sur l'étude de la fonction rénale chez les chevaux du club équestre de Bordj ELBAHRI. En analysant deux paramètres biochimiques ; la créatinémie et l'urée sanguine chez le cheval. Nos résultats montrent que concernant la créatinine, il est essentiel de noter que la plupart des échantillons se situent dans la plage de référence de 13 à 23 mg/L, bien que l'échantillon 16 (13.8 mg/L) soit en limite inférieure de cette plage. De même pour l'urée sanguine, les valeurs oscillent entre 0.12 et 0.31 g/L, avec l'échantillon 04 (0.12 g/L) présentant la valeur la plus basse et l'échantillon 10 (0.31 g/L) la plus élevée. Ces variations pourraient être dus aux facteurs extrinsèques comme l'environnement ou l'alimentation ou même l'activité physique.

Mots clés : cheval ; la créatinémie ; l'urée sanguine ; la fonction rénale.

ملخص

يركز عملنا على دراسة وظيفة الكلى في خيول نادي برج البحري للفروسية. من خلال تحليل اثنين من المعلمات البيوكيميائية. كرياتين الدم واليوريا في الدم في الخيول. تظهر نتائجنا أنه فيما يتعلق بالكرياتينين، فمن الضروري ملاحظة أن معظم العينات تقع ضمن النطاق المرجعي من 13 إلى 23 ملغم / لتر، على الرغم من أن العينة 16 (13.8 ملغم / لتر) تقع عند الحد الأدنى لهذا الشاطئ. وبالمثل بالنسبة لليوريا الدم، تتأرجح القيم بين 0.12 و 0.31 جم/لتر، حيث تمثل العينة 04 (0.12 جم/لتر) أقل قيمة والعينة 10 (0.31 جم/لتر) هي الأعلى. يمكن أن تكون هذه الاختلافات بسبب عوامل خارجية مثل البيئة أو النظام الغذائي أو حتى النشاط البدني.

الكلمات الدالة الخيول، الكلى، للجهاز الكلوي

Abstaret :

Our work focuses on the study of renal function in horses from the Bordj ELBAHRI equestrian club. By analyzing two biochemical parameters; creatinemia and blood urea in horses. Our results show that regarding creatinine, it is essential to note that most samples are within the reference range of 13 to 23 mg/L, although sample 16 (13.8 mg/L) is at the lower limit of this beach. Likewise for blood urea, the values oscillate between 0.12 and 0.31 g/L, with sample 04 (0.12 g/L) presenting the lowest value and sample 10 (0.31 g/L) the highest. . These variations could be due to extrinsic factors such as environment or diet or even physical activity.

Key words : creatinine, blood urea, horses, kidney function

